Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 2, Summer 2022, p. 519-531

The Rootstock and Scion Interaction Effects on Growth and Bearing Characteristics of Young Pear Trees

M. Alizadeh Fallah[1], M. Yadegari[2,3*], Gh. Davarynejad[3,4], S.H. Nemati[3,5]

Received: 02-12-2021 Revised: 16-01-2022 Accepted: 17-04-2022 Available Online: 21-08-2022	**How to cite this article:** Alizadeh Fallah M., Yadegari M., Davarynejad Gh., and Nemati S.H. 2022. The Rootstock and Scion Interaction Effects on Growth and Bearing Characteristics of Young Pear Trees. Journal of Horticultural Science 36(2): 519-531. (In Persian with English abstract) **DOI**: 10.22067/JHS.2022.73938.1112

Introduction

Pear (*Pyrus communis* L.) is one of the major fruit trees in the world which grown in temperate zones. In pear breeding program the bigger fruit size with better quality as well as market acceptability are usually in interest. In fruit trees, the size and yield of fruit are closely depended on cultivar and rootstocks. The variations of nutrient uptake, water use efficiency, photosynthesis performance, and resistance to biotic and abiotic stresses have been reported among different combinations of cultivars and rootstocks. Therefore there is a close relation between cultivar and rootstock with yield and quality of produced fruits. In recent years the semi dwarf clonal rootstocks of pear including OH×F, Pyro and FOX series have received more attention. However the performance of these rootstocks varies depending on scion cultivar, climatic condition, soil type, and planting system.

Materials and Methods

This experiment was conducted to assay the growth characters and fruit yield of Dargazi and Louise Bonne (Beyrouti) grafted onto PyroDwarf and OH×F69 rootstocks at the Orchard of Astan Quds Razavi, Mashhad, Iran (36°17' N, 59°36' E; altitude. 985 m) during 2018-2019 and 2019-2020. The experiment in both consecutive years was done as a factorial in the base of randomized complete blocks with four replications. The studied cultivars were grafted onto PyroDwarf and OH×F69 rootstocks in late spring 2016. The used water was pit water with 695 µSiemens/cm EC and pH 7.17. Evaluation of plant growth was carried out at the end of the season. The studied traits were included tree height, internode length, vertical and horizontal growth of shoots in the current season, trunk diameter above, below and in the grafting line, leaf area, shoots angel and the number of sucker per tree. These characters were assayed in three trees per each replication. The trunk diameter at the below and above the grafting line was calculated according to trunk circumference that was measured at 10 cm above and below the grafting point. Leaf area in each tree was assayed with area measuring device. Flowering characteristics (start blooming and end of bloom) were determined. Fruit ripening season was also recorded. Yield of trees was assayed by weighting of produced fruits in each tree with a digital scale. The combined analysis of obtain data was conducted by SPSS and differences among means of data were determined by Duncan's multiple ranges test at $P \leq 0.05$. The reported data was the mean of two studied years.

Results and Discussion

The obtained results showed the variation in growth and bearing properties of different combinations of

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
2- Associate Professor, Medicinal, Spicy and Aromatic Plants Research Center, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
(*- Corresponding Author Email: mehrabyadegari@gmail.com)
3- Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
4 and 5- Professor and Assistant Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

Beyrouti and Dargazi cultivars with PyroDwarf and OH×F69 rootstocks throughout the studied years. The analysis variance showed the significant effect of year, cultivar and rootstock on growth characteristics of pear tree. Also the interaction effects of cultivar and rootstock were significant on tree growth response with exception of internode length. The most studied parameters showed a significant increasing during the two consecutive years. During the studied years the height and width of pear trees were increased up to 10.44 and 14.54%, respectively and the trunk diameter was increased by 10%. According to obtained results the growth of Dargazi cultivar was higher than the Beyrouti cultivar. The effect of OH×F69 rootstock on growth increasing of studied cultivars was prominent than PyroDwarf regards to tree height, shoot length and internode length. However the highest trunk diameter and leaf area density of both cultivars was found in PyroDwarf rootstock. Although the time of blooming and fruit ripening of each cultivar was not influenced by the rootstock but the bearing characters were varied between the Dargazi and Beyrouti cultivars. The highest yield of pear fruit was obtained in Dargazi cultivar and grafting onto PyroDwarf rootstock significantly enhanced the fruit yield in both cultivars.

Conclusion

The rootstocks have a key role on growth and yield of pear trees as well as their responses to abiotic stress. Rootstocks through influencing the physiological characteristics of grafted scions regulate the quantity and quality of produced fruits. The results of present study showed the variation in growth and bearing properties of different combinations of Beyrouti and Dargazi cultivars with PyroDwarf and OH×F69 rootstocks throughout the studied years. The PyroDwarf rootstock greatly reduced the tree growth and enhanced fruit yield of both Dargazi and Beyrouti cultivars. According to the obtained results the PyroDwarf rootstock is recommended for Dargazi cultivar to reach the highest pear fruit yield under similar environmental condition of present study.

Keywords: Dargazi cultivar, Flowering, Fruit set percent, Grafting combination, PyroDwarf rootstock

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۵۳۱-۵۱۹

اثرات برهمکنش پایه و پیوندک بر خصوصیات رشدی و باردهی درختان جوان گلابی

مصطفی علیزاده فلاح[۱]- مهراب یادگاری[*۲و۳]- غلامحسین داوری نژاد[۳و۴]- سید حسین نعمتی[۳و۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

چکیده

پژوهش حاضـر با هدف بررسـی صـفات رویشـی و باردهی دو رقم گلابی 'درگزی' و 'لوئیس‌بن' ('بیروتی') بر روی پایه‌های 'OH×F69' و 'پیرودوارف' در طی سـال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۸ به صـورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی با چهار تکرار در باغات نمونه آسـتان قدس رضـوی در مشـهد انجام گردید. ارتفاع درخت، فاصـله میانگره‌ها، میزان رشـد رویشی شاخه‌های فصل جاری، قطر تنه، زاویه شاخه‌ها، سطح برگ، تعداد پاجوش، مدت زمان گلدهی، تعداد گل‌ها، درصد تشکیل میوه و عملکرد تولید میوه در نهال‌های پیوندی سه ساله ارزیابی شد. بررسی ظاهری درختان در طی سال‌های اولیه مورد بررسی نشان دهنده رشد، استقرار و وضعیت ظاهری مطلوب ارقام گلابی پیوند شده روی پایه 'پیرودوارف' بود. ارقام و پایه‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری رشـد و عملکرد میوه گلابی را در ترکیب‌های مختلف پیوندی تحت تأثیر قرار دادند. در هر دو سـال مورد مطالعه ارتفاع و رشـد رویشـی شـاخه‌های فصـل جاری هر دو رقم روی پایه 'OH×F69' به‌طور معنی‌داری بیشـتر از پایه 'پیرودوارف' بود، با این وجود در هر دو رقم بیشـترین قطر تنه در پایه 'پیرودوارف' مشـاهده گردید. بررسـی زمان آغاز گلدهی و رسـیدگی میوه‌ها در ترکیب‌های مختلف پیوندی نشـان داد که این صـفات تنها تحت تأثیر رقم بوده است و در رقم 'درگزی' گلدهی و رسیدگی میوه‌ها دیرتر از رقم 'بیروتی' صورت گرفت. اگرچه تعداد گل در هر درخت تنها تحت تأثیر رقم مورد مطالعه بود اما اثرات متقابل رقم × پایه بر درصـد تشـکیل میوه اولیه و نهایی و عملکرد میوه معنی‌دار بود. درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی در رقم 'درگزی' بر روی پایه 'پیرودوراف' به ترتیب ۴۵/۹۱ و ۴۷/۸۶ درصد بیشتر از پایه 'OH×F69' بوده است. در هر دو رقم بیشترین عملکرد میوه (۳/۵۱ کیلوگرم در هر درخت) در نهال‌های پیوندی روی پایه 'پیرودوارف' مشـاهده گردید. بر روی این پایه عملکرد میوه در رقم 'درگزی' ۲/۳۹ برابر بیشتر از رقم 'بیروتی' بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده جهت کنترل رشد رویشی و دستیابی به بیشترین عملکرد میوه در شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه، پیوند رقم 'درگزی' بر روی پایه 'پیرودوارف' پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پایه پیرودوارف، ترکیب پیوندی، درصد تشکیل میوه، رقم 'درگزی'، گلدهی

مقدمه

در بین میوه‌های دانه‌دار، ارزش تولید میوه گلابی در رتبه دوم بعد از سـیب قرار دارد. در باغ‌های میوه از جمله گلابی انتخاب رقم و پایه مناسب می‌تواند به میزان زیادی رشد رویشی، عادت باروری و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها را کنترل نموده و عملکرد تولیدی درختان را بهبود بخشد. قبل از انتخاب پایه، شرایط محیطی منطقه، واکنش ارقام مورد اسـتفاده و اهداف تولید باید در نظر گرفته شـود. سـازگاری با پیوندک و تحمل بیماری‌ها به ویژه بیماری آتشـک دو عامل اصلی در انتخاب پایه مناسـب در باغ‌های گلابی می‌باشـد (Brewer and Palmer, 2011; Elkins *et al*., 2011). درخت گلابی بیشـتر روی

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۲- دانشیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی ادویه‌ای و عطری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mehrabyadegari@gmail.com)
۳- گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
۴ و ۵- به‌ترتیب استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/JHS.2022.73938.1112

پـایـه‌هـای متعلق بـه گونه‌های مختلف گلابی (*Pyrus* sp.) و به (*Cydonia oblonga*) پیوند زده می‌شود. پایه‌های بذری استفاده شده گلابی بسته به نوع گونه مورد استفاده، سبب روند رشد رویشی متفاوت در پیوندک می‌گردد (Botelho *et al*., 2012). در مقابل پایه‌های به باعث القای زودباردهی و پاکوتاهی در درختان می‌شـود، با این حال پایه‌های به با همه ارقام گلابی سازگار نیستند و همچنین به خاک‌های قلیایی حسـاس می‌باشـند (Elkins *et al*., 2012). در سال‌های اخیر اسـتفاده از پایه‌های رویشی نیمه‌پاکوتاه گلابی از جمله سری OH×F، Pyro و FOX بیشـــتر مورد توجـه قرار گرفته‌اند (Brewer and Palmer, 2011). پایه‌های سـری OH×F از تلاقی بین الدهم و فارمینگدل توسـعه یافته‌اند که مقاومت خوبی در برابر سرما و مقاومت در برابر آتشک دارند (Alonso *et al*., 2011). پیرودوارف از مهم‌ترین پایه‌های گروه پیرو حاصل تلاقی ارقام 'الدهم' و 'لوئیزبون' است که تحمل به آتشـک را از والدین خود به ارث برده و درختی با ۷۰–۵۰ درصـد ارتفـاع پـایه بذری ایجاد می‌کند (Elkins *et al*., 2011). زودباردهی (معمولاً بعد از ۳–۴ سال)، عدم ناسازگاری پیوندی و تحمل خاک‌های قلیایی موجب شـده اسـت که پایه پیرودوارف جایگزین مناسـبی برای پایه‌های بذری گلابی باشـد (Lewko *et al*., 2007; Rahmati *et al*., 2015). با این وجود عملکرد این پایه‌ها بسـته به رقم پیوندک، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و سیستم کاشت متفاوت اسـت (North *et al*., 2015). الکینز و همکاران (Elkins *et al*., 2011) سازگاری مطلوب ارقام مختلف گلابی روی پایه‌های پیرودوارف و دورگ‌های OH×F گزارش کرده‌اند. بیشـتر کویکلیس و کویکلین (Kviklys and Kvikliene, 2008) نیز برتری پـایه‌های رویشـی گلابی را در مقـایسـه با پایه‌های بذری از نظر زودباردهی و عملکرد بیـان نموده‌انـد. رحمتی و همکاران (North *et al*., 2015) عملکرد بیشـتر ارقـام پیونـد شـده روی پایه پیرودوارف را گزارش کرده‌اند. یـافتـه‌هـای عبـداللهی و محمـدی گرمـارودی (Abdollahi and Mohammadi Gramaroudi, 2018) بیانگر کاهش اندازه درخت و افزایش عملکرد در ارقام گلابی 'درگزی'، 'اسـپادونا'، 'لوئیزبرون' و 'بیروتی' پیوند شده روی پایه پیرودوارف می‌باشد.

شـرایط خاکی و اقلیمی ایران و حساسیت پایه‌های رویشی درخت "بـه" نسـبـت به خاک‌های آهکی و فقیر از نظر مواد آلی، سـبب محدودتر شدن کاربرد این پایه‌ها نسبت به پایه‌های بذری گلابی شده است (Meszaros *et al*., 2019; Zohouri *et al*., 2020). از طرف دیگر از آنجـایی کـه برای تولید تجاری گلابی، ایجاد باغ‌های متراکم نیاز است، این امر استفاده از پایه‌های پاکوتاه و نیمه‌پاکوتاه را ضروری می‌نماید. بنابراین بررسی پایه‌های رویشی با ویژگی پاکوتاه کنندگی و همچنین مقاوم‌تر از پایه به که از توان زودباردهی و عملکرد بالاتری نسـبت به پایه‌های بذری برخوردار باشـند، حائز اهمیت اسـت. در این زمینه اسـتفاده از پایه‌های رویشـی نیمه‌پاکوتاه گلابی از سـری پیرو و OH×F می‌تواند گزینه مناسـب باشـد که این مسـئله نیازمند بررسـی واکنش ارقام مختلف مورد اســتفاده در کشـور نسـبت به این پایه‌ها می‌باشــد. بنابراین پژوهش حاضــر با هدف بررســی اثرات دو پایه OH×F69 و پیرودوراف بر خصـوصـیات رویشــی و باردهی دو رقم 'درگزی' و 'لوئیس‌بن' ('بیروتی') طی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام گردید.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

این تحقیق در طی دو سـال زراعی ۱۳۹۹–۱۳۹۸ و ۱۴۰۰–۱۳۹۹ در باغات نمونه آسـتان قدس رضـوی در مشـهد (طول جغرافیایی ۳۶ درجـه و ۱۷ دقیقـه؛ عرض جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه؛ ۹۸۵ متر بالای سـطح دریا) اجرا شـد. تیمارهای مورد بررسـی شـامل دو پایه OH×F69 و پیرودوارف و همچنین دو رقم تجاری گلابی 'درگزی' و 'لوئیس‌بن' ('بیروتی') بود. در باغ مورد مطالعه، فاصله بین ردیف‌ها ۴ متر و روی ردیف ۲ متر بود. نهال‌های پیوندی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصـادفی با چهار تکرار و سه درخت در هر تکرار طرح‌ریزی شـدند. بر این اسـاس محل انجام تحقیق به چهار بلوک تقسـیم گردید. در هر بلوک پایه‌های OH×F69 و پیرودوارف با هر دو پیوندک 'درگزی' و 'بیروتی' مورد بررسی قرار گرفت، لذا در هر بلوک شـش پایه OH×F69 و شـش پایه پیرودوارف وجود داشت که جمعاً ۴۸ درخت مورد مطالعه قرار گرفت. خاک باغ مورد مطالعه دارای بـافـت شـنی–لومی بـا pH برابر با ۷/۵۵ و هدایت الکتریکی ۲/۷۸ میلی‌زیمنس بر سـانتی‌متر بود. کوددهی بر اسـاس بررسی نتایج آنالیز خصوصیات فیزیکو–شیمیایی خاک صورت گرفت. آبیاری با استفاده از آب چاه با pH برابر با ۷/۱۷ و هدایت الکتریکی ۶۹۵ میکروزیمنس بر سـانتی‌متر صورت گرفت. بررسی اثرات پایه و رقم بر صفات رویشی و زایشی در نهال‌های پیوندی سه ساله در دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام گرفت.

صفات رشدی نهال‌های پیوندی

در پژوهش حاضر با حذف اثرات حاشیه‌ای در هر تکرار سه درخت انتخاب شـد و ارتفاع، فاصـله میانگره‌ها، میزان رشـد رویشـی افقی و عمودی شـاخه‌های فصل جاری، قطر تنه (در نقاط بالا، پایین و محل محل پیوند)، زاویه شـاخه‌ها، سطح برگ، و تعداد پاجوش مورد بررسی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری سـطح برگ از دسـتگاه سـطح‌سـنج (LI3100CAREA METER) استفاده شد. قطر تنه در سه نقطه زیر محل پیوند، بالای محل پیوند و در محل پیوند هر درخت توسـط کولیس اندازه‌گیری گردید. زاویه شاخه‌ها با استفاده از نقاله اندازه‌گیری

شد.

صفات فنولوژیکی و باردهی نهال‌های پیوندی

در دو سال مورد بررسی در هر یک از ترکیب‌های پیوندی، زمان آغاز گلدهی، مدت زمان گلدهی و زمان رسیدگی میوه‌ها یادداشت‌برداری شد. همچنین در مرحله گلدهی و میوه‌دهی در هر تکرار سه درخت انتخاب گردید و تفاوت در گلدهی و میوه‌دهی آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. شروع گلدهی با احتساب باز شدن ۱۰ درصد از شکوفه‌ها و اتمام گلدهی با عبور بیش از ۹۰ درصد گل‌ها از مرحله ریزش گلبرگ مشخص شد (Pittenger, 2002).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها به صورت تجزیه واریانس مرکب توسط نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات رشدی

بررسی ظاهری درختان در طی سال‌های اولیه مورد بررسی نشان دهنده رشد، استقرار و وضعیت ظاهری مطلوب هر دو رقم گلابی 'درگزی' و 'بیروتی' پیوند شده روی پایه پیرودوارف بود. همچنین در دو سال مورد بررسی، هیچ‌یک از ارقام گلابی پیوند شده روی پایه‌های پیرودوارف و OH×F69 علائم کلروز ناشی از کمبود آهن قابل جذب را نشان ندادند. بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار سال مورد مطالعه، رقم و پایه بر صفات رویشی نهال‌های پیوندی بود که این نتایج بیانگر اهمیت شرایط محیطی و انتخاب رقم و پایه مناسب می‌باشد. ارتفاع نهال‌های پیوندی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، رقم و پایه آن‌ها بود و همچنین اثرات متقابل این سه پارامتر بر ارتفاع درختان مورد بررسی نیز معنی‌دار گردید (جدول ۱). به دلیل رشد رویشی سالیانه، ارتفاع درختان گلابی در سال دوم در هر چهار ترکیب پیوندی بیشتر از سال اول مورد مطالعه بود. ارتفاع رقم 'درگزی' ۱۴/۸۸ درصد بیشتر از رقم 'بیروتی' ثبت شده است. ارتفاع ارقام 'بیروتی' و 'درگزی' پیونده شده روی پایه پیرودوارف به ترتیب ۱۲/۲۵ و ۱۲/۰۲ درصد کمتر از نهال‌های پیوندی روی پایه OH×F69 بوده است (جدول ۲). رشد افقی و عمودی شاخه‌های فصل جاری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، رقم، پایه و اثرات متقابل آن‌ها بود (جدول ۱). میزان رشد افقی و عمودی شاخه‌ها در سال دوم به ترتیب ۶/۰۱ و ۲۸/۴۹ درصد بیشتر از سال اول می‌باشد. در هر دو سال مورد مطالعه، میزان رشد افقی و عمودی شاخه‌های هر دو رقم 'بیروتی' و 'درگزی' بر روی پایه OH×F69 بیشتر از پایه پیرودوراف ثبت شد. در نهال‌های پیوندی رشد افقی شاخه‌های جاری در رقم 'بیروتی' بیشتر از رقم 'درگزی' بوده و در مقابل بیشترین رشد عمودی شاخه‌ها در رقم 'درگزی' مشاهده گردید (جدول ۲). اثر رقم و پایه بر فاصله میانگره‌ها در نهال‌های پیوندی در هر دو سال مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۱). در هر دو پایه، فاصله میانگره‌ها در شاخه‌های رقم 'درگزی' بیشتر از رقم 'بیروتی' بوده است (جدول ۲). نتایج اندازه‌گیری قطر تنه نهال‌های پیوندی در سه نقطه بالا، پایین و محل پیوند نشان می‌دهد که قطر تنه در هر سه نقطه مورد بررسی تحت تأثیر ارقام و پایه‌ها بوده و اثرات سه گانه سال×رقم×پایه نیز بر قطر تنه معنی‌دار شد (جدول ۱). به دلیل رشد رویشی نهال‌های پیوندی، بیشترین قطر تنه در سال دوم ثبت گردید که در رقم 'درگزی' بیشتر از رقم 'بیروتی' بود. در هر دو رقم بیشترین قطر تنه در نقاط بالا و پایین محل پیوند در پایه پیرودوارف مشاهده شد. اگر چه قطر تنه در محل پیوند نیز تحت تأثیر تیمارهای مورد بررسی بود اما نتایج مقایسه میانگین تفاوت معنی‌داری بین ترکیب‌های پیوندی رقم و پایه نشان نداد (جدول ۲). بر اساس نتایج تجزیه واریانس زاویه شاخه‌ها در نهال‌های پیوندی تنها تحت تأثیر رقم بوده است و پیوند روی دو پایه متفاوت زاویه شاخه‌ها را تغییر نداد (جدول ۱). شاخه‌ها در رقم 'درگزی' (۵۸/۲۲ درجه) با زاویه تندتری نسبت به رقم 'بیروتی' (۶۲/۳۱ درجه) رشد کرده بودند. سطح برگ نهال‌های پیوندی نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم و پایه مورد مطالعه بوده است و همچنین نتایج تجزیه واریانس معنی‌دار بودن اثرات متقابل سال × رقم × پایه را بر روی سطح برگ نشان می‌دهد (جدول ۱). سطح برگ در تمام ترکیب‌های پیوندی در سال دوم بیشتر از سال اول بود. اگرچه سطح برگ رقم 'درگزی' ۲۱/۸۹ درصد بیشتر از رقم 'بیروتی' بود، با این وجود سطح برگ هر رقم در پایه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۲). بررسی تعداد پاجوش در نهال‌های پیوندی نشان داده است که در هر دو سال مورد مطالعه تعداد پاجوش تنها تحت تأثیر پایه بوده است و بیشترین تعداد پاجوش در پایه OH×F69 مشاهده گردید. متوسط تعداد پاجوش در نهال‌های پیوندی روی پایه‌های پیرودوارف و OH×F69 به ترتیب ۱/۵۳ و ۳/۳۹ عدد در هر درخت بوده است.

بررسی صفات مورفولوژیکی در ترکیب‌های مختلف پیوندی دو رقم 'بیروتی' و 'درگزی' بر روی دو پایه پیرودوارف و OH×F69 بیانگر اثر معنی‌دار ارقام و پایه‌های مورد مطالعه بر رشد درختان گلابی می‌باشد. میزان رشد رقم 'درگزی' از نظر ارتفاع، رشد عمودی شاخه‌ها، فاصله میانگره‌ها، قطر تنه و سطح برگ بیشتر از رقم 'بیروتی' بود (جدول ۲). از دیگر تفاوت‌های مشاهده شده بین دو رقم از نظر زاویه شاخه‌ها هست که رقم 'درگزی' دارای زاویه تند بین شاخه‌ها بود. نتایج حاصل نشان دهنده رشد عمودی رقم 'درگزی' و رشد عرضی در رقم 'بیروتی' می‌باشد. تفاوت در عادت رشدی ارقام مختلف گلابی در ایران پیشتر توسط محققین متعددی گزارش شده است (Erfani *et al*., 2013; Abdollahi *et al*., 2018; Iravani *et al*., 2015; Esmaili *et al*., 2020; Karbasi and Arzani, 2018).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اثرات پایه و پیوندک بر صفات رشدی نهال‌های گلابی در دو سال مورد مطالعه

Table 1- Combined ANOVA for the rootstock and cultivar effects on growth of pear trees in two studied years

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares									
		ارتفاع Height	رشد افقی شاخه‌های فصل جاری Horizontal growth of shoots in the current season	رشد عمودی شاخه‌های فصل جاری Vertical growth of shoots in the current season	فاصله میانگره Internode length	قطر تنه در بالای محل پیوند Trunk diameter above the grafting line	قطر تنه در محل پیوند Trunk diameter in the grafting line	قطر تنه در پایین محل پیوند Trunk diameter below the grafting line	زاویه شاخه‌ها Shoot angel	سطح برگ Leaf area	تعداد پاجوش در هر درخت No. of sucker per tree
سال Year	1	9279.193**	585.818**	82.347**	5.556**	294.375**	508.493**	316.791**	0.0001^{ns}	288.068**	2.820^{ns}
تکرار (سال) Replication (Year)	6	2.562	1.370	0.198	0.170	2.607	0.899	0.418	27.058	0.228	2.349
پایه Rootstock	1	12022.189**	762.939**	813.389**	0.330*	349.922**	90.712**	477.746**	2.205^{ns}	17.443**	27.503**
رقم Cultivar	1	15214.221**	1630.443**	929.883**	11.380**	99.429**	2.595*	116.532**	133.661**	403.154**	1.003^{ns}
پایه × رقم Rootstock × Cultivar	1	46.924*	14.558*	5.281*	0.018^{ns}	37.408**	6.884**	33.179**	2.981^{ns}	0.926*	0.170^{ns}
سال × پایه Year × Rootstock	1	49.792*	9.299^{ns}	97.418**	1.459**	9.726^{ns}	67.297**	0.752^{ns}	0.0001^{ns}	8.813**	0.070^{ns}
سال × رقم Year × Cultivar	1	67.813*	65.886**	586.531**	4.753**	9.077^{ns}	0.171^{ns}	1.176^{ns}	0.0001^{ns}	65.136**	0.383^{ns}
سال × پایه × رقم Year × Rootstock × Cultivar	1	56.224*	13.183*	65.647**	1.063**	23.219*	36.017**	54.926**	0.0001^{ns}	10.300**	0.633^{ns}
خطا Error	18	8.978	2.350	1.049	0.069	3.277	0.633	3.056	3.072	0.155	1.108
ضریب تغییرات C.V (%)	-	16	17	14	19	18	23	19	9	13	10

ns غیر معنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

ns: Non-significant, ** and *: Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

جدول ۲- اثرات متقابل پایه × پیوندک بر صفات رشدی نهال‌های گلابی در دو سال مورد مطالعه

Table 2- The interaction effects of rootstock ×cultivar on growth of pear trees in two studied years

سال Year	پایه Rootstock	رقم Cultivar	ارتفاع Height (cm)	رشد افقی شاخه‌های فصل جاری Horizontal growth of current season shoots (cm)	رشد عمودی شاخه‌های فصل جاری Vertical growth of current season shoots (cm)	فاصله میانگره Internode length (cm)	قطر تنه در بالای محل پیوند Trunk diameter above the grafting union (mm)	قطر تنه در محل پیوند Trunk diameter in the grafting union (mm)	قطر تنه در پایین محل پیوند Trunk diameter below the grafting union (mm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)
2019	پیرودوارف Pyrodwarf	بیروتی Beyrouti	241.81±2.37 ^{f}	29.69±2.47 ^{d}	43.71±1.56 ^{e}	0.04±0.08 ^{d}	32.63±2.30 ^{e}	41.21±0.61 ^{c}	38.79±1.80 ^{d}	17.70±0.15 ^{g}
		درگزی Dargazi	288.56±1.14 ^{d}	19.48±0.56 ^{f}	49.60±1.34 ^{d}	2.42±0.36 ^{a}	37.68±1.81 ^{b}	40.44±0.34 ^{c}	46.88±1.43 ^{b}	22.74±0.48 ^{d}
	OH×F69	بیروتی	278.31±1.81 ^{e}	41.73±1.16 ^{b}	60.96±0.39 ^{b}	1.08±0.42 ^{c}	25.37±2.23 ^{f}	33.75±1.00 ^{e}	35.41±1.39 ^{e}	21.02±0.68 ^{f}
		درگزی Dargazi	324.60±0.31 ^{b}	29.13±0.65 ^{d}	59.50±0.84 ^{c}	2.64±0.29 ^{a}	29.50±1.51 ^{d}	35.36±0.97 ^{d}	34.19±0.50 ^{e}	24.47±0.17 ^{c}
2020	پیرودوارف Pyrodwarf	بیروتی Beyrouti	278.94±2.66 ^{e}	42.04±0.72 ^{b}	44.71±0.44 ^{e}	2.44±0.36 ^{a}	36.95±0.52 ^{b}	44.01±0.75 ^{b}	47.01±2.14 ^{b}	23.03±0.04 ^{d}
		درگزی Dargazi	314.56±3.01 ^{c}	26.40±2.70 ^{e}	62.00±0.65 ^{b}	2.54±0.23 ^{a}	43.28±2.07 ^{a}	47.78±0.92 ^{a}	50.63±0.55 ^{a}	31.51±0.19 ^{b}
	OH×F69	بیروتی Beyrouti	315.12±3.29 ^{c}	52.23±0.85 ^{a}	49.25±0.78 ^{d}	1.90±0.30 ^{b}	35.31±0.91 ^{bc}	46.60±1.25 ^{a}	39.01±2.59 ^{d}	21.99±0.73 ^{e}
		درگزی Dargazi	360.90±4.66 ^{a}	33.58±0.39 ^{c}	70.65±0.61 ^{a}	2.64±0.29 ^{a}	33.90±1.91 ^{c}	44.26±0.47 ^{b}	43.79±0.37 ^{c}	33.41±0.28 ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the values followed by the same letter have not significantly difference based on Duncan's multiple range test at 5% of probability level.

طبق گزارش اسماعیلی و همکاران (Esmaili *et al*., 2020) رقم 'درگزی' دارای زاویه تند بین شاخه‌ها، فاصله زیاد بین میانگره‌ها و بنابراین رشد عمودی و ارتفاع بیشتر می‌باشد. عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al*., 2018) رشد عرضی بیشتر رقم 'بیروتی' را به زاویه بازتر بین شاخه‌ها نسبت داده‌اند. همچنین فاصله کوتاه بین میانگره‌ها می‌تواند یکی از دلایل کوتاه بودن ارتفاع درختان رقم 'بیروتی' در مناطق مختلف کشت در مقایسه با رقم 'درگزی' باشد. علاوه بر اثر فاصله بین میانگره‌ها در میزان رشد ارقام، این صفت می‌تواند در برخی از ارقام درختان گلابی در میزان مقاومت به بیماری آتشک تأثیرگذار باشد (Erfani *et al*., 2013).

یکی از مهم‌ترین اثرات پایه، کنترل اندازه درخت با تغییر قدرت رشد رقم پیوند شده می‌باشد، بنابراین بر اساس هدف از احداث باغ، می‌توان با انتخاب پایه مناسب درختی پاکوتاه یا پابلند به دست آورد (Rahmati *et al*., 2015). بررسی اثر دو پایه مورد مطالعه OH×F69 و پیرودوارف بر رشد ارقام 'بیروتی' و 'درگزی' نشان می‌دهد که پیوند بر روی پایه پیرودوارف موجب کاهش رشد در هر دو رقم شده است. پایه پیرودوارف موجب کاهش ارتفاع درخت، رشد افقی و عمودی شاخه-ها، فاصله میانگره‌ها و سطح برگ در مقایسه با پایه OH×F69 گردید (جدول ۲). با این وجود قطر تنه در درختان پیوندی روی پایه پیرودوارف بیشتر بوده است (جدول ۲). توزیع و انتقال کربوهیدرات‌ها، عناصر غذایی و تنظیم کننده‌های رشد در بخش‌های مختلف گیاه تحت تأثیر پایه بوده که تعیین کننده رشد رویشی درختان پیوندی می‌باشد (Rufato *et al*., 2014). پایه‌های پاکوتاه در درختان پیوندی با اثرگذاری بر این فرایندهای فیزیولوژیکی، رشد درختان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و باعث کاهش اندازه درخت می‌شوند (Ikinci *et al*., 2014). اگرچه پایه‌های OH×F69 و پیرودوارف هر دو به عنوان پایه‌های متوسط رشد و نیمه‌پاکوتاه کننده محسوب می‌شود، نتایج حاصل از این پژوهش رشد کمتر ارقام پیونده شده روی پایه پیرودوارف را نشان می‌دهد. در همین راستا، ارتفاع کمتر ارقام پیوند شده روی پایه پیرودوراف نسبت به ارقام پیوند شده روی پایه OH×F69 (جدول ۲) توسط لوکو و همکاران (Lewko *et al*., 2007) نیز گزارش شده است. کمبل (Campbell, 2003) نیز اثر پاکوتاه‌کنندگی بیشتر پایه پیرودوارف را در مقایسه با پایه OH×F69 گزارش کرده است. نتایج عبداللهی و گرمارودی (Abdollahi and Mohammadi Gramaroudi, 2018) نشان داده است که رقم و پایه هر دو تأثیر آشکاری بر قدرت رشد درختان گلابی دارند و پایه پیرودوارف علی‌رغم ایجاد قطر قابل توجه در پایه، سبب رشد کمتر نهال‌های پیوندی می‌گردد. این محققین قدرت رشد عرضی بیشتر پایه پیرودوارف را در ارقام مختلف گلابی گزارش کرده‌اند. آناتومی محل پیوند یکی از مهمترین فاکتورهایی تعیین کننده قدرت رشد پایه‌ها می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد قطر تنه در نقاط مختلف محل پیوند در پایه پیرودوارف بیشتر از پایه OH×F69 می‌باشد (جدول ۲). این تفاوت به اثر پاکوتاه‌کنندگی پایه پیرودوارف نسبت داده می‌شود، زیرا در پایه‌های پاکوتاه افزایش تقسیمات سلولی ناشی از انباشت هورمون اکسین منشا گرفته از جوانه انتهایی در محل پیوند، سبب تورم این قسمت می‌گردد (Karbasi and Arzani, 2018). بافت محل پیوند در پایه‌های پاکوتاه ممکن است از طریق محدود کردن جریان آب از ریشه به شاخه و انتقال مواد معدنی و تنظیم کننده‌های رشد به‌ویژه سیتوکینین در آوند چوبی ساقه، حرکت قطبی اکسین در محل پیوند را تحت تأثیر قرار داده و رشد رویشی درختان را کاهش دهد (Atkinson and Else, 2003). زاماروسکی (Zamorskyi, 2011) گزارش کرد که میزان انتقال اکسین در پایه‌های پا کوتاه سیب در مقایسه با پایه‌های پر رشد کمتر بوده است که این تفاوت به بزرگ‌تر بودن عناصر آوندی در آوند چوب پایه‌های پا کوتاه در نزدیک محل پیوند نسبت داده شده است.

علی‌رغم نتایج مزبور، گزارش اسماعیلی و همکاران (Esmaili *et al*., 2020) نشان دهنده افزایش رشد نهال‌های پیوندی روی پایه پیرودوارف می‌باشد. طبق نتایج این محققین، پایه‌های مختلف از طریق تغییر فاصله میانگره‌ها، ارتفاع نهال‌های پیوندی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در پژوهش حاضر با وجود عدم تفاوت معنی‌دار فاصله بین میانگره‌های هر دو رقم 'درگزی' و 'بیروتی' بر روی پایه‌های پیرودوارف و OH×F69، نهال‌های پیوندی روی پایه پیرودوراف دارای میانگره‌های کوتاهتری نسبت به نهال‌های پیوندی روی پایه OH×F69 بود که می‌تواند از دلایل رشد کم نهال‌های پیوند شده بر روی این پایه نسبت به پایه OH×F69 باشد. همچنین کاهش رشد پایه پیرودوراف به نوع این پایه و نوع رشد ریشه آن نیز نسبت داده می‌شود. رشد کمتر ریشه منجر به حجم کم ریشه و در نتیجه جذب کمتر آب و عناصر غذایی می‌گردد، این تغییرات سبب کاهش رشد ارقام پیوند شده روی این پایه می‌گردد (Karbasi and Arzani, 2018).

بررسی اثرات متقابل رقم × پایه نشان می‌دهد برهمکنش رقم و پایه با تنظیم توزیع مواد معدنی و کربوهیدرات‌ها، نقش مهمی در زمان باز شدن جوانه‌های رویشی در ابتدای فصل رشد را دارند و از این طریق سرعت و میزان رشد شاخه‌ها، شکل شاخه‌دهی، زاویه شاخه‌ها و زمان توقف رشد شاخه‌ها را در اواخر فصل رشد تعیین می‌کنند (Atkinson and Else, 2003). اسماعیلی و همکاران (Esmaili *et al*., 2020) داشتن سطح برگ بالا را از خصوصیات بارز رقم 'درگزی' برشمرده‌اند. تهذیبی‌حق و همکاران (Tahzibi Hagh *et al*., 2011) نیز اثر افزایشی پایه پیرودوارف بر تعداد و سطح برگ رقم 'درگزی' را گزارش کرده‌اند. این محققین تفاوت در تعداد پاجوش‌های درختان پیوندی گلابی را به قدرت رشد پایه استفاده شده و شرایط محیطی از

نظر فراهم بودن عناصر غذایی و آب و همچنین شرایط آب و هوایی نسبت داده‌اند.

خصوصیات باردهی

بررسی زمان آغاز گلدهی و مدت زمان گلدهی نهال‌های حاصل از ترکیب‌های مختلف پیوندی نشان می‌دهد که زمان گلدهی تنها تحت تأثیر رقم بوده و پایه اثری بر گلدهی درختان گلابی نداشته است. در سال اول آزمایش (۱۳۹۸) گلدهی در رقم 'درگزی' پیونده شده روی هر دو پایه پیرودوارف و OH×F69 چهار روز زودتر از رقم 'بیروتی' شروع شده و مدت زمان گلدهی در رقم 'بیروتی' و 'درگزی' به ترتیب ۹–۸ و ۱۲ روز بوده است. در سال دوم (۱۳۹۹) گلدهی رقم 'بیروتی' و 'درگزی' به ترتیب دو و چهار روز زودتر از سال اول آغاز گردید که مدت زمان گلدهی ۶ و ۸ روز بوده است. بررسی زمان رسیدگی میوه‌ها نیز نشان داده است که در هر دو سال مورد مطالعه پایه اثری بر زمان رسیدگی میوه‌ها نداشته و رسیدگی میوه‌ها در رقم 'بیروتی' زودتر از رقم 'درگزی' صورت گرفته است. همچنین در هر دو رقم مدت زمان رسیدگی میوه‌ها در سال دوم کمتر از سال اول بوده است (جدول ۳).

از آنجایی که پایه‌های بذری گلابی، در اغلب موارد سبب تأخیر چندساله در باردهی ارقام پیوندی می‌گردد از این جهت کارآیی اقتصادی اندکی در باغ دارند، بنابراین بررسی زودباردهی به‌عنوان یکی از خصوصیات مهم و اصلی درخت گلابی نیاز به بررسی و مطالعه جامع دارد (Zohouri *et al.*, 2020). علی‌رغم اینکه در مطالعه حاضر در هر دو سال، پایه‌های مورد مطالعه تأثیری بر زمان گلدهی و رسیدگی میوه‌ها نداشته است (جدول ۳) اما گالی و همکاران (Galli *et al.*, 2011)، ماچادو و همکاران (Machado *et al.*, 2014)، تاتاری و همکاران (Tatari *et al.*, 2016) اثر پایه بر زودباردهی ارقام مختلف گلابی را گزارش کرده‌اند. نتایج کویکلیس و کویکلین (Kviklys and Kvikliene, 2008) نشان می‌دهد که اثر زودباردهی پایه پیرودوارف در مقایسه با پایه کوئینس که به‌عنوان یک پایه زودبارده شناخته شده است، بهتر است. عبداللهی و محمدی گرمارودی (Abdollahi and Mohammadi Gramaroudi, 2018) زودباردهی و کاهش ۳۰ درصدی اندازه درخت در ارقام گلابی 'درگزی'، 'اسپادونا'، 'لوئیزبرون' و 'بیروتی' پیوند شده روی پایه پیرودوارف را گزارش کرده‌اند. از طرف دیگر بررسی عبداللهی و همکاران (Abdollahi *et al.*, 2012) روی دو پایه کوئینس A و ولیک در مقایسه با پایه بذری نشان می‌دهد که هیچ از یک پایه‌های مورد مطالعه اثری بر زمان شکوفه‌دهی و باردهی درختان در سال دوم و سوم پس از استقرار نداشتند.

جدول ۳- زمان گلدهی و رسیدگی میوه در نهال‌های گلابی در دو سال مورد مطالعه

Table 3- Blooming and fruit ripening times of pear trees in two studied years

پایه Rootstock	رقم Cultivar	سال Year	تاریخ شروع گلدهی Start of blooming	تاریخ پایان گلدهی End of blooming	زمان رسیدگی میوه Fruit ripening
پیرودوارف PyroDwarf	'بیروتی' Beyrouti	2019	2019/03/28	2019/04/04	2019/08/06
	'درگزی' Dargazi		2019/03/24	2019/04/04	2019/10/07
OH×F69	'بیروتی' Beyrouti		2019/03/28	2019/04/05	2019/08/06
	'درگزی' Dargazi		2019/03/24	2019/04/04	2019/10/07
پیرودوارف PyroDwarf	'بیروتی' Beyrouti	2020	2020/03/25	2020/03/30	2020/07/27
	'درگزی' Dargazi		2020/03/19	2020/03/24	2020/09/25
OH×F69	'بیروتی' Beyrouti		2020/03/25	2020/03/30	2020/07/27
	'درگزی' Dargazi		2020/03/19	2020/03/24	2020/09/25

بررسی نتایج تجزیه واریانس تعداد گل در هر ترکیب پیوندی از ارقام و پایه‌ها نشان داده است که تعداد شاه‌گل و کل گل‌ها در هر دو سال تنها تحت تأثیر رقم مورد مطالعه بود (جدول ۴). تعداد شاه‌گل و کل گل‌های تشکیل یافته در رقم 'بیروتی' به ترتیب ۳۱/۷۵ و ۲۰۲/۸۸ گل در هر درخت بوده است. همچنین تعداد شاه‌گل و کل گل‌های ثبت شده در رقم 'درگزی' به ترتیب ۴۴/۶۹ و ۳۷۷/۳۸ می‌باشد. درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سال، رقم و پایه بوده است (جدول ۴). درصد تشکیل میوه در سال دوم نسبت به سال اول افزایش داشته است و رقم 'درگزی' در این صفت برتر از رقم 'بیروتی' بود. درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی در سال دوم به ترتیب ۱۶/۵۲ و ۱۴/۰۴ درصد بوده است. بررسی اثرات متقابل پایه × رقم نشان می‌دهد که درصد تشکیل میوه اولیه (شکل ۱-A) و نهایی (شکل ۱-B) در رقم 'درگزی' بر روی پایه پیرودوارف به ترتیب ۲۵/۸۷ و ۲۱/۸۱ درصد بوده است که ۴۵/۹۱ و ۴۷/۸۶ درصد بیشتر از پایه OH×F69 است. با این وجود درصد تشکیل میوه در رقم 'بیروتی' پیوند شده بر روی هر دو پایه تفاوت

معنی‌داری نداشـــته اســـت. عملکرد میوه گلابی در هر درخت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر ســـال، رقم، پایه و همچنین اثرات متقابل آن‌ها بوده اسـت. عملکرد میوه در سال دوم افزایش ۱۱/۹۰ درصدی نسبت به ســال اول داشــته اسـت. در هر دو رقم بیشــترین عملکرد میوه در نهـال‌های پیوندی روی پایه پیرودوارف مشـــاهده گردید. بر روی این پایه عملکرد میوه در رقم ’درگزی‘ (۴/۹۵ کیلوگرم میوه در هر درخت) ۲/۳۹ برابر بیشـتر از رقم ’بیروتی‘ (۲/۰۷ کیلوگرم میوه در هر درخت) بوده است (شکل ۱–C).

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثرات پایه و پیوندک بر گلدهی و میوه‌دهی درختان پیوندی گلابی در دو سال مورد مطالعه

Table 4- Combined-ANOVA for the rootstock and cultivar effects on blooming and fruiting of pear trees in two studied years

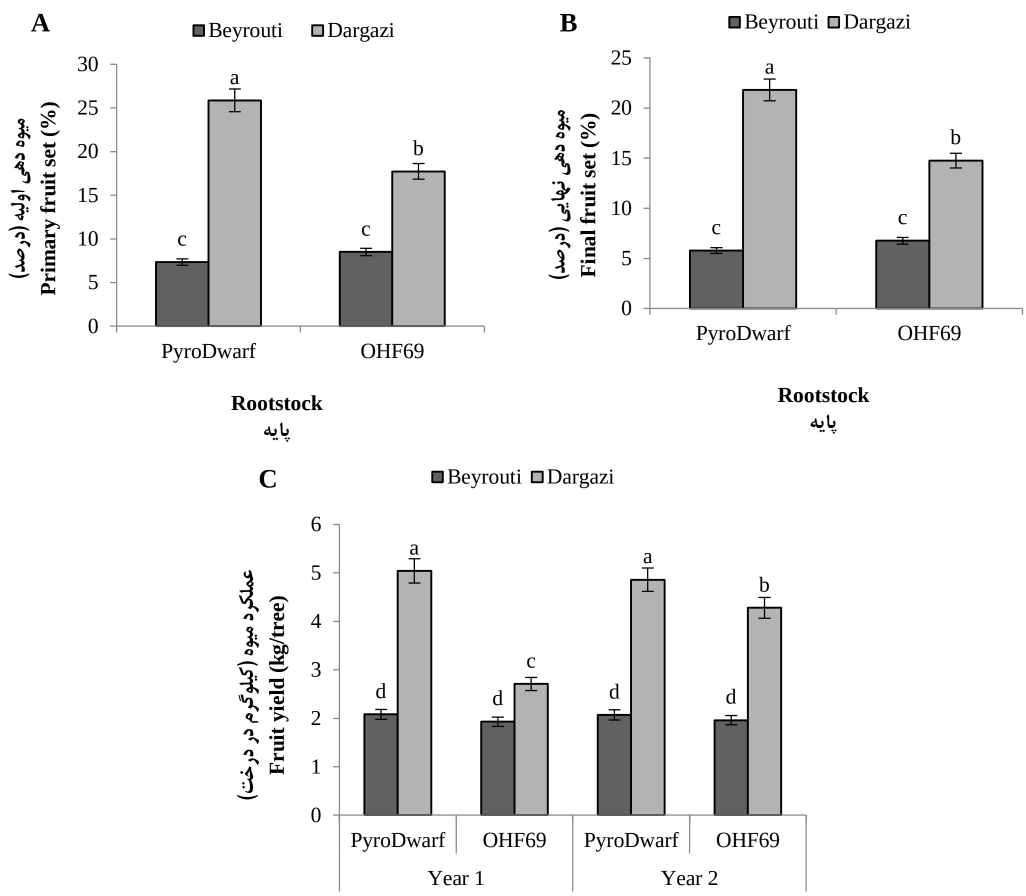
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares تعداد شاه‌گل در هر درخت No. of king flower per tree	تعداد گل‌ها در هر درخت No. of flower per tree	درصد تشکیل میوه اولیه Primary fruit set	درصد تشکیل میوه نهایی Final fruit set	عملکرد میوه در هر درخت Fruit yield
سال Year	1	205.031 ns	364.500 ns	88.08 *	99.092 *	0.984 **
تکرار (سال) Replication (Year)	6	89.448	3210.167	32.731	26.110	0.024
پایه Rootstock	1	318.781 ns	2556.125 ns	97.213 *	74.507 *	5.012 **
رقم Cultivar	1	1339.031 **	243602.00 **	1541.295 **	1156.742 **	39.087 **
پایه × رقم Rootstock × Cultivar	1	0.281 ns	19701.125 ns	173.562 **	130.520 **	3.548 **
سال × پایه Year × Rootstock	1	1.531 ns	820.125 ns	32.230 ns	33.747 ns	1.592 **
سال × رقم Year × Cultivar	1	258.781 ns	3528.00 ns	171.052 **	191.976 **	0.942 **
سال × پایه × رقم Year × Rootstock × Cultivar	1	13.781 ns	91.125 ns	42.654 ns	41.978 ns	1.464 **
خطا Error	18	96.420	11428.083	17.326	13.448	0.030
ضریب تغییرات C.V (%)	-	13	12	17	19	19

ns غیر معنی‌دار، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

ns: Non-significant, ** and *: Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

میزان تولید میوه در هر درخت تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله ســازوکارهای فیزیولوژیکی به ویژه ســطح هورمون‌های مختلف، رقم، پـایـه و فاکتورهای مدیریتی باغ می‌باشـــد (Bakshi and Singh, 2010; Du Plooy *et al.*, 2002). بر اســاس نتایج مطالعه حاضــر عملکرد میوه گلابی در ترکیــب‌هـای مختلف پیونـدی تحـت تـأثیر برهمکنش پایه و رقم می‌باشد (جدول ۴). بالاترین درصد تشکیل میوه در رقم ’درگزی‘ پیوند شـــده روی پایه پیرودوارف مشـــاهده گردید (شـکل ۱) که می‌توان به کاهش رشـد ارقام پیوند شده روی این پایه نسبت داد. شـاخص باروری جوانه‌ها در ارتباط منفی با رشـد رویشــی می‌باشد. رشد رویشی گیاهان با تشکیل و تکامل جوانه‌های گل بر سر جذب مواد غذایی رقابت می‌کنند که تشـدید این رقابت به نفع رشــد رویشـــی، منجر به ســـقط جوانه‌های گل، کاهش تعداد جوانه گل و کـاهش درصـــد تبدیل گل به میوه می‌گردد (Galli *et al.*, 2011). طبق گزارش دوپلوی و همکاران (Du Plooy *et al.*, 2002) رقابت بین بافت‌های رویشـــی و میوه برای جذب کربوهیدرات‌ها در مرحله تشـکیل میوه تعیین کننده درصـد تشـکیل میوه نهایی می‌باشـد. در پایه‌های پا کوتاه بیشــترین مقدار مواد فتوســنتزی به ســمت میوه‌ها ارسـال می‌شـود که محدود کننده میزان رشد رویشی درختان پیوندی می‌باشـد (Kviklys and Kvikliene, 2008). علاوه بر موارد مزبور نتایج بخشـی و سـینگ (Bakshi and Singh, 2010) نشـان داده

است که نوع پایه گلابی تا ۵۰ درصد می‌تواند بر عملکرد ارقام مختلف اثرگذار باشد. در راستای پژوهش حاضر، روبینسون (Robinson, 2011)؛ کویکلیس و کویکلین (Kviklys and Kviklene, 2008) توان بالای سیخک‌زایی، تولید شکوفه و قابلیت بالای تبدیل شکوفه‌های گل به میوه را در ارقام مختلف گلابی روی پایه پیرودوارف گزارش کرده‌اند. در مطالعه آلنسو و همکاران (Alonso *et al.*, 2011)، ارقام مختلف گلابی روی پایه OH×F69 دارای عملکرد متوسطی بودند و نتایج ایگلسیاس و آسین (Iglesias and Asin, 2005) بیانگر قدرت کمتر باردهی پایه OH×F69 می‌باشد. تفاوت در نتایج مطالعات مختلف ممکن است در ارتباط با تفاوت در نوع رقم، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک منطقه مورد مطالعه و همچنین نحوه مدیریت باغ باشد (Tahzibi Hagh *et al.*, 2011).



شکل ۱- اثرات متقابل پایه × پیوندک بر درصد تشکیل میوه اولیه (A)، تشکیل میوه نهایی (B) و عملکرد میوه (C) در درختان پیوندی گلابی

Figure 1- The interaction effect of rootstock ×cultivar on primary fruit set (A), final fruit set (B) and fruit yield (c) in pear trees (DMRT, *p≤0.05*).

نتیجه‌گیری

با توجه به مشکلات موجود در باغ‌های گلابی کشور ناشی از پیوند ارقام مختلف گلابی روی پایه‌های بذری، معرفی و استفاده از پایه‌های رویشی مناسب به دلیل زودباردهی، افزایش عملکرد تولید میوه در واحد سطح، کیفیت بالای میوه‌های تولید شده، امکان مکانیزه شدن باغ‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید یک امر ضروری است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر پیوند رقم 'درگزی' روی پایه پیرودوارف می‌تواند ترکیب پیوندی مناسبی برای دستیابی به بیشترین عملکرد میوه گلابی در شرایط مورد مطالعه باشد. با توجه به تعلق پایه پیرودوارف به جنس گلابی و با انجام مطالعات بیشتر و اطمینان از نتایج حاضر، استفاده از این پایه می‌تواند راهکار مناسبی برای تبدیل باغ‌های پابلند گلابی به سمت باغ‌های نیمه‌پاکوتاه در کشور باشد. با افزایش کشت پایه‌های پاکوتاه مانند پیرودوارف، امکان ایجاد باغ‌های متراکم فراهم می‌شود که همراه با افزایش عملکرد تولید و در نتیجه سودآوری بالا خواهد بود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای مهندس مهدی نصیرپور کارشناس باغات آستان قدس رضوی که ما را در اجرای بخشی از این پروژه یاری کردند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Abdollahi H., and Mohammadi Gramaroudi M. 2018. Evaluation of growth and bearing of several commercial pear (*Pyrus communis*) cultivars on semi-dwarfing Pyrodwarf rootstock. Technology of Plant Productions 10: 179-190. (In Persian). https://doi.org/10.22084/ppt.2017.8023.1458.
2. Abdollahi H., Atashkar D., and Ali Zadeh A. 2012. Comparison of the dwarfing effects of two hawthorn and quince rootstocks on several commercial pear cultivars. Iranian Journal of Horticultural Sciences 43: 53-63. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijhs.2012.24860.
3. Abdollahi H., Mohammadi M., Atashkar D., and Alizadeh A. 2018. Comparison of growth and yield of some commercial pear cultivars on two dwarf hawthorn (*Crataegus atrosanguinea*) and quince rootstocks. Seed and Plant Production Journal 34: 1-21. (In Persian). https://doi.org/10.22092/sppj.2018.118099.
4. Alonso J.M., Gomez-Aparisi J., Anson J.N., Espiau M.T., and Carrera M. 2011. Evaluation of the OH × F selections as an alternative to quince rootstocks for pear: Agronomical performance of ‘Conference’ and ‘Doyenné du Comice.’ Acta Horticulturae 903: 451-456.
5. Atkinson C.J., and Else M.A. 2003. Enhancing harvest index in temperate fruit tree crops through the use of dwarfing rootstocks. In: International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems. Accra, Ghana. pp. 118-131.
6. Bakshi P., and Singh D.R. 2010. Rootstocks. p. 147-161. In: Sharma R.M., Pandeyand S.N., Pandey V. (eds) The Pear: Production, Post-Harvest Management and Protection. IBDC Publishers, Punjab, India. Publisher: CBS PUBLISHERS AND DISTRIBUTORS PVT LTD.
7. Botelho V.R., Schneider E., Machado D., Piva R., and Verlindo A. 2012. Quince‘CPP’: New dwarf rootstock for pear trees on organic and high density planting. Revista Brasileira de Fruticultura 34(2): 589-596. https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200034.
8. Brewer L.R., and Palmer J.W. 2011. Global Pear breeding programs: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. Acta Horticaulturae 909: 105-120. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.10.
9. Campbell J. 2003. Pear rootstocks. AGFACTS. The State of New South Wales Agriculture, Australia. ISSN 0725-7759. http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/horticulture/pomes/pear-rootstock.
10. Du Plooy P., Jacobs G., and Cook N.C. 2002. Quantification of bearing habit on the basis of lateral bud growth of seven pear cultivars grown under conditions of inadequate winter chilling in South Africa. Scientia Horticulturae 95: 185-192. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00009-2.
11. Elkins R., Bell R., and Einhorn T. 2012. Needs assessment for future US pear rootstock research directions based on the current state of pear production and rootstock research. Journal- American Pomological Society 66: 153-163. https://ir.library.oregonstate.edu/concern/articles/tm70mv99q.
12. Elkins R.B., Castagnoli S., Embree C., Parra-Quezada R., Robinson T.L., Smith T.J., and Ingels C.A., 2011. Evaluation of potential rootstocks to improve pear tree precocity and productivity. Acta Horticaulturae 909: 183-194. https://doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2011.909.19.
13. Erfani J., Abdollahi H., Ebadi A., Fatahi Moghadam M.R., and Arzani K. 2013. Evaluation of fire blight resistance and the related markers in some European and Asian pear cultivars. Seed and Plant Production Journal 29: 659-672. (In Persian). https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110477.
14. Esmaili A., Abdollahi H., Bazgir M., and Abdossi V. 2020. Growth and nutrients uptake in commercial pear cultivars on seedling, Pyrodwarf and OH × F69 rootstocks. Seed and Plant 36(4): 403-420. (In Persian). https://doi.org/10.22092/sppi.2021.123892.
15. Galli F., Ancarani S., Serra S., and Musacchi S. 2011. Training systems and rootstocksfor high density planting (HDP) of the cultivar ‘Abbé Fétel:’ Developmental trials in Italy. Acta Horticulturae 909: 277-280. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.30.
16. Iglesias I., and Asin L. 2005. Performance of ‘Conference’ pear on self-rooted trees and several Old Home× Farmingdale, seedling and quince rootstocks in Spain. Acta Horticulturae 671: 485-491. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.671.69.
17. Ikinci A., Bolat I., Ercisli I., and Kodad O. 2014. Influence of rootstocks on growth, yield, and fruit quality and leaf mineral element contents of pear cv. ‘Santa Maria’ in semi-arid conditions. Biological Research 47: 1-8. https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-71.
18. Iravani F., Baninasab B., Ghobadi C., Etemadi N., Ghasemi A.A., and Shams M. 2015. Effect of different rootstocks on vegetative growth and photosynthetic parameters of pear ‘Shahmiveh’ and ‘Natanz’ cultivars. Journal of Crop Production and Processing 5 (16): 53-63 (In Persian). https://doi.org/10.1001.1.22518517.1394.5.16.4.5.

19. Karbasi M., and Arzani K. 2018. Scion/rootstock interaction in some European (*Pyrus communis* L.) and Asian (*Pyrus serotina* Rehd.) pear cultivars on vegetatively propagated “Pyrodwarf” rootstock. Seed and Plant Production Journal 34-2(2): 191-205. (In Persian). https://doi.org/10.22092/sppj.2018.118944.
20. Kviklys D., and Kvikliene N. 2008. Investigations on pear rootstocks at North European climatic conditions. Acta Horticulturae 800: 671-674. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.800.90.
21. Lewko J., Ścibisz K., and Sadowski A. 2007. Performance of two pear cultivars on six different rootstocks in the nursery. Acta Horticulturae 732: 227-231. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.732.32.
22. Machado B.D., Rufato L., Kretzschmar A.A., Bogo A., Silveira F.N., and Magro M. 2014. Effect of plant densities and cultivars on vegetative and productive variables of European pears in Southern Brazil. Acta Horticulturae 1058: 193-197. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1058.22.
23. Meszaros M., Lanar L., Kosina J., and Namestek J. 2019. Aspects influencing the rootstock-scion performance during long term evaluation in pear orchard. Scientia Horticulturae 46: 1-8. https://doi.org/10.17221/55/2017-HORTSCI.
24. North M., de Kock K., and Booyse M. 2015. Effect of rootstock on ‘Forelle’ pear (*Pyrus communis* L.) growth and production. South African Journal of Plant and Soil 32: 65-70. https://doi.org/10.1080/02571862.2014.981881.
25. Pittenger D.R. 2002. California Master Gardener Handbook. University of California Agricultural Publications, California, USA. 702 pp. https://doi.org/1601078579, 9781601078575.
26. Rahmati M., Arzani K., Yadollahi A., and Abdollahi H. 2015. Influence of rootstock on vegetative growth and graft incompatibility in some pear (*Pyrus* spp.) cultivars. Indo-American Journal of Agriculture and Veterinary Science 3: 225-232. http://www.iajavs.com/currentissue.php.
27. Robinson T. 2011. High density pear production with *Pyrus communis* rootstocks. Acta Horticulturae 909: 259-269. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1333.50.
28. Rufato L., Machado B.D., Kretzschmar A.A., Bogo A., Luz A.R., and Marcon Filho J.L. 2014. Effect of high plant density on growth and production variables of European pear cultivars and quince rootstock combinations in southern Brazil. Acta Horticulturae 1058: 71-76. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1058.6.
29. Tahzibi Hagh F., Abdollahi H., Ghasemi A.A., and Fathi D. 2011. Vegetative and reproductive traits of some Iranian native pear (*Pyrus communis* L.) cultivars based on DUS descriptor. Seed and Plant Improvement Journal 27-1: 37-55. (In Persian). https://doi.org/10.22092/spij.2019.119544.
30. Tatari M., Ghasemi A., and Rezaei M. 2016. Evaluation of vegetative and reproductive traits of some commercial pear cultivars on quince clonal rootstocks in Isfahan climatic conditions. Seed and Plant Improvement Journal 32: 45-62. (In Persian). https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110578.
31. Zamorskyi V. 2011. Features of anatomic structure of the grafted young apple trees as the factor which forms potential efficiency. Acta Horticulturae 903: 897-902. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.903.125.
32. Zohouri M., Abdollahi H., Arji I., and Abdossi V. 2020. Variations in growth and photosynthetic parameters of clonal semi-dwarfing and vigorous seedling pear (*Pyrus* spp.) rootstocks in response to deficit irrigation. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 19: 105-121. https://doi.org/10.24326/asphc.2020.2.11.